

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-156729

(43)Date of publication of application : 16.06.1998

(51)Int.Cl.

B24D 18/00

(21)Application number : 08-315093

(71)Applicant : RIKAGAKU KENKYUSHO
IKEGAMI KANAGATA KOGYO KK

(22)Date of filing : 26.11.1996

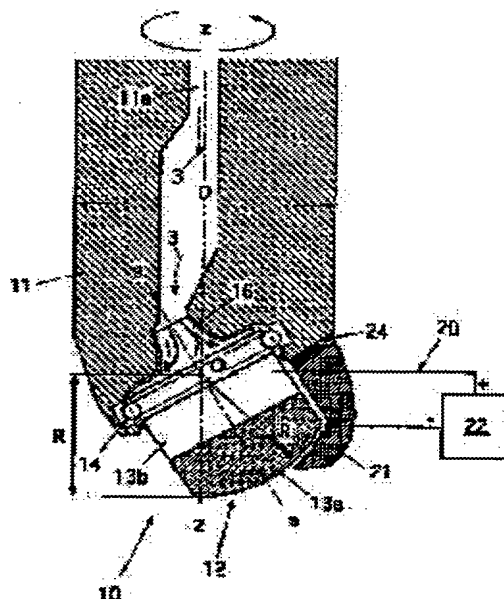
(72)Inventor : OMORI HITOSHI

(54) FREE CURVED FACE MACHINING TOOL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a free curved face machining tool in which the peripheral speed of its axis does not become zero (0) and therefore a free curved face can be machined to a high quality with high accuracy by use of a versatile triaxial NC machining device.

SOLUTION: A free curved face machining tool 10, which rotates about an axis (z) to bring its lower end into contact with a surface to be machined to machine the surface, has a spherical tool 12 having a spherical face machining part 13 on its underside and has a support bearing 14 passing through the center O of a spherical face and supporting the spherical tool on a rotation axis (a) which is different from said axis. The tool 10 also includes a rotation means 16 (e.g., turbine) for rotating the spherical tool around its own rotation axis. Thus even if the spherical face machining part comes in contact with the surface to be machined at the position of the axis (radius 0) of the tool, the spherical face machining part rotates about the own rotation axis (a) different from the axis (z) and the peripheral speed of the axis does not become zero (0), so that a free curved face can be machined to a high quality with high accuracy by use of a versatile triaxial NC machining device.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3595828

[Date of registration] 17.09.2004

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-156729

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月16日

(51) IntCl.⁶

B 2 4 D 18/00

識別記号

F I

B 2 4 D 18/00

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-315093

(22) 出願日 平成8年(1996)11月26日

(71) 出願人 000006792

理化学研究所

埼玉県和光市広沢2番1号

(71) 出願人 391013069

池上金型工業株式会社

埼玉県久喜市南5丁目5番30号

(72) 発明者 大森 整

埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所
内

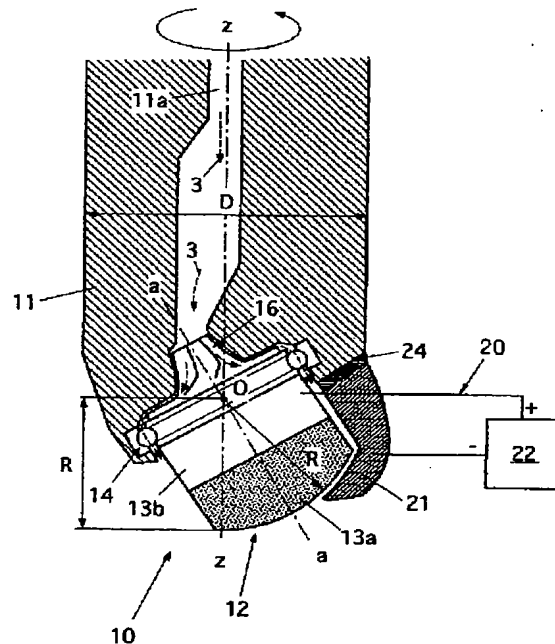
(74) 代理人 弁理士 堀田 実 (外1名)

(54) 【発明の名称】 自由曲面加工ツール

(57) 【要約】

【課題】 軸心の周速がゼロ(0)にならず、従って、汎用性のある3軸NC加工装置を用いて、自由曲面を効率よく、高精度・高品位に加工できる自由曲面加工ツールを提供する。

【解決手段】 軸心zまわりの回転により下端部が接触して被加工面を加工する自由曲面加工ツール10が、下方に球面加工部13を有する球状工具12と、球面の中心Oを通り軸心と異なる回転軸aで球状工具を支持する支持軸受14と、を有する。また、球状工具を回転軸周りに自転させる自転手段16(例えばタービン)を備えている。これにより工具の軸心(半径0)の位置で球面加工部が被加工面に接触する場合でも、球面加工部は、軸心zと異なる回転軸aを中心に自転し、軸心の周速がゼロ(0)になることがなく、汎用性のある3軸NC加工装置を用いて、自由曲面を効率よく、高精度・高品位に加工できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 軸心まわりの回転により下端部が接触して被加工面を加工する自由曲面加工ツールであって、少なくとも下方に球面加工部を有する球状工具と、該球面の中心を通り軸心と異なる回転軸で球状工具を支持する支持軸受と、を有する、ことを特徴とする自由曲面加工ツール。

【請求項2】 前記球状工具は、前記支持軸受に支持されその回転軸を軸心とする円筒形ストレート部と、該ストレート部の下方に設けられた球面加工部とからなる、ことを特徴とする請求項1に記載の自由曲面加工ツール。

【請求項3】 前記球面加工部は、砥石もしくは刃物からなる、ことを特徴とする請求項1記載の自由曲面加工ツール。

【請求項4】 前記砥石は、その結合材に金属を含む、ことを特徴とする請求項3記載の自由曲面加工ツール。

【請求項5】 前記球状工具を回転軸周りに自転させる自転手段を有する、ことを特徴とする請求項1に記載の自由曲面加工ツール。

【請求項6】 前記球状工具の自転手段は、タービン、モータ、ギア列、外部からの動力伝達手段のいずれか、もしくはこれらの組み合わせからなる、ことを特徴とする請求項5記載の自由曲面加工ツール。

【請求項7】 更に、球状工具の球面加工部を修正する修正手段を有する、ことを特徴とする請求項1記載の自由曲面加工ツール。

【請求項8】 前記修正手段は、砥石もしくは、電解または放電手段、又はこれらの複合手段からなる、ことを特徴とする請求項7記載の自由曲面加工ツール。

【請求項9】 前記修正手段は、被加工材の加工と同時に機能する、ことを特徴とする請求項7記載の自由曲面加工ツール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、下端部に球面加工部を有し自由曲面を加工するための自由曲面加工ツールに関する。

【0002】

【従来の技術】図5（A）は、従来の自由曲面加工ツールであり、図5（B）はこの加工ツールにより加工する自由曲面を模式的に示している。従来の自由曲面加工ツール1は、例えばボールノーズ砥石又はボールエンドミルであり、下端部（この図で）に球面状の加工面（砥石、切削刃等）を有し、軸心zを中心に回転するようになっている。自由曲面2は、例えばプレス用の金型、非球面レンズ、等であり、自由曲面加工ツール1をその軸心zを中心に高速回転させながら、その下端部を自由曲面2に沿って移動させて自由曲面2を加工（研削又は切削）する。かかる加工を繰り返すことにより、金型、非

球面レンズ、等の自由表面を加工ツール1で自由に加工することができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述した自由曲面加工ツール1は、その軸心zを中心に回転するため、軸心（半径0）の位置では、加工面の周速がゼロ（0）となるため、3軸（X-Y-Z）のNC加工装置を用いても、軸心（半径0）の位置が死点となりこの位置では良好な加工ができない問題点がある。そのため、従来は、自由曲面加工ツール1を4～5軸を有する多軸NC加工装置に取り付け、自由曲面がZ軸に垂直になる部分（例えばA部）を加工する際には、加工ツール1の軸心zがZ軸に対して適当な角度を有するようにプログラムを作成していた。しかし、かかるプログラムの作成は複雑・困難であるばかりでなく、4軸以上の多軸NC加工装置は、高価であり、汎用性に乏しい問題点があった。

【0004】本発明は、かかる問題点を解決するために創案されたものである。すなわち、本発明の目的は、軸心の周速がゼロ（0）にならず、従って、汎用性のある3軸NC加工装置を用いて、自由曲面を効率よく、高精度・高品位に加工できる自由曲面加工ツールを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、軸心まわりの回転により下端部が接触して被加工面を加工する自由曲面加工ツールであって、少なくとも下方に球面加工部を有する球状工具と、該球面の中心を通り軸心と異なる回転軸で球状工具を支持する支持軸受と、を有する、ことを特徴とする自由曲面加工ツールが提供される。

【0006】本発明の好ましい実施形態によれば、前記球状工具は、前記支持軸受に支持されその回転軸を軸心とする円筒形ストレート部と、該ストレート部の下方に設けられた球面加工部とからなる。また前記球面加工部は、砥石もしくは刃物からなる。砥石は、その結合材に金属を含む、ことが好ましい。上記本発明の構成によれば、自由曲面加工ツールが下方に球面加工部を有する球状工具と、この球状工具を軸心と異なる回転軸で支持する支持軸受と、を有しているので、工具の軸心（半径0）の位置で球面加工部が被加工面に接触する場合でも、球面加工部は、軸心zと異なる回転軸aを中心に自転する。従って、軸心の周速がゼロ（0）になることなく、汎用性のある3軸NC加工装置を用いて、自由曲面を効率よく、高精度・高品位に加工することができる。

【0007】また、前記球状工具を回転軸周りに自転させる自転手段を有する。この球状工具の自転手段は、タービン、モータ、ギア列、外部からの動力伝達手段のいずれか、もしくはこれらの組み合わせからなる、ことが好ましい。この構成により、タービン、モータ、ギア

列、外部からの動力伝達手段等の自転手段により、球状工具を回転軸周りに積極的に自転させることができ、球面加工部による加工速度を適正に保持することができる。

【0008】更に、球状工具の球面加工部を修正する修正手段を有する。この修正手段は、砥石もしくは、電解または放電手段、又はこれらの複合手段からなる、ことが好ましい。また前記修正手段は、被加工材の加工と同時に機能するのがよい。この構成により、砥石、電解、放電等の修正手段により、好ましくは被加工材の加工と同時に球面加工部を修正することができ、高精度・高品位加工を長時間継続することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施形態を図面を参照して説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を付して重複した説明を省略する。図1は、本発明による自由曲面加工ツールの第1実施形態を示す図である。本発明の自由曲面加工ツール10は、軸心zまわりの回転により下端部が接触して被加工面2（図5参照）を加工するようになっている。なお、以下の実施形態では、被加工面2が自由曲面加工ツール10の下方に位置し、自由曲面加工ツール10の下端部で加工する場合について説明するが、本発明はこれに限定されず、自由曲面加工ツール10の水平又は上向きに用いてその水平端部又は上端部で加工する場合にもそのまま適用することができる。

【0010】図1に示すように、本発明の自由曲面加工ツール10は、球状工具12と支持軸受14とを有している。球状工具12は、少なくとも下方に球面加工部13aを有する。また、支持軸受14は、球面加工部13aの球面中心Oを通りかつ軸心zと異なる回転軸aで球状工具12を回転可能に支持している。なお、この図で11は、ツール本体であり、NC加工装置のヘッド（図示せず）に取り付けられ、その軸心zを中心に回転駆動されるようになっている。

【0011】更に、この図において、球状工具12は、支持軸受14に支持されその回転軸aを軸心とする円筒形ストレート部13bと、ストレート部13bの下方に設けられた球面加工部13aとからなる。球面加工部13aの球面中心Oからの半径Rは、ツール本体11の直径Dのほぼ1/2に設定されているのがよく、特に、金型のキャビティ等の実際の加工では、 $R \geq L/2$ とすることが干渉を防ぐために好ましい。

【0012】球面加工部13aは、砥石もしくは刃物からなるのがよい。球面加工部13aが砥石である場合には、その結合材に金属を含むことが好ましい。この構成により、球面加工部13aで電解ドレッシング加工を行うことができ、高精度・高品位加工を能率良く行うことができる。支持軸受14は、この実施形態ではボールベアリングであり、複数のボールの転がりにより球状工具1

2を回転軸aを中心に精度良く回転させるようになっている。なお、本発明はかかる軸受に限定されず、ローラベアリングやジャーナル軸受を用いることもできる。

【0013】図1において、本発明の自由曲面加工ツール10は、更に、球状工具12を回転軸aの周りに自転させる自転手段16を有している。この自転手段16は、この実施形態では、球状工具12に取り付けられた半径流タービンであり、ツール本体11の中心孔11aから供給される切削液3により半径流タービン16を回転駆動するようになっている。半径流タービン16を通過した切削液3は、支持軸受14の隙間（ボールの間）を通過して球面加工部13aの表面に沿って供給される。

【0014】なお、本発明の自転手段16は、かかる半径流タービンに限定されず、別の形式のタービン、モータ、ギア列、外部からの動力伝達手段、或いはこれらの組み合わせであってもよい。更に、本発明の自由曲面加工ツール10は、球状工具12の球面加工部13aを修正する修正手段20を有する。この修正手段20は、電極21及び印加装置22からなる。電極21は、球面加工部13aと隙間を隔てて対向する球面状の内面21aを有し、その間に導電性液（切削液3）を流すようになっている。また、印加装置22は球面加工部13aと電極21との間に電圧を印加するようになっている。なお、図1における印加装置22は、自由曲面加工ツール10の回転に支障が生じないように、ツール本体11の内部を通して、球面加工部13aと電極21に電気的に接続し、絶縁部24で絶縁している。

【0015】この構成により、導電性砥石13aにより被加工面を研削しながら同時に導電性砥石13aの表面を電解ドレッシングにより修正することができる。なお、本発明の修正手段20は、かかる構成に限定されず、修正手段20を砥石もしくは、電解または放電手段、又はこれらの複合手段としてもよい。

【0016】図2は、本発明による自由曲面加工ツールの第2実施形態図である。この図において、自転手段16は、ツール本体11と同軸に回転する中心回転軸17、中心回転軸17の下端と球状工具12を連結する可撓性のあるフレキシブルジョイント18、及びツール本体11と中心回転軸17の間に設けられた歯車列19からなる。中心回転軸17は、図示しない軸受により軸心zを中心に回転可能に支持されている。フレキシブルジョイント18は、例えばコイルバネからなり、自由に曲がるが回転トルクを球状工具12に伝達できるようになっている。歯車列19は、例えばハーモニックドライブであり、ツール本体11と中心回転軸17との間に適当な速度差を生じさせるようになっている。この構成により、ツール本体11と中心回転軸17のいずれかを回転駆動することにより、ツール本体11をその軸心zを中心に回転させ、同時に球状工具12を回転軸aを中心に回転させることができる。その他の構成は、図1と同様

である。

【0017】図3は、本発明による自由曲面加工ツールの第3実施形態図である。この図において、球状工具12は、全体が球状の球面加工部13を有しており、水平に対してわずかに（この図では約15°）傾斜した回転軸aを中心に自由回転可能に支持されている。球面加工部13はこの実施形態では導電性砥石である。また、球状工具12、修正手段20は、絶縁部24により、ツール本体11から絶縁されている。その他の構成は、図1乃至図2と同様である。

【0018】この構成により、導電性砥石13により被加工面を研削しながら同時に導電性砥石13の表面を電解ドレッシングにより修正することができる。

【0019】図4は、本発明による自由曲面加工ツールの第4実施形態図である。この図において、本発明の自由曲面加工ツール10は、球状工具12の回転軸を回転駆動するタービン23を有しており、切削液3によりタービン23を回転駆動し、球状工具12を自転させるようになっている。その他の構成は、図3と同様である。

【0020】上述した本発明の構成によれば、自由曲面加工ツール10が下方に球面加工部13を有する球状工具12と、この球状工具12を軸心zと異なる回転軸aで支持する支持軸受14と、を有しているため、工具の軸心（半径0）の位置で球面加工部13が被加工面に接触する場合でも、球面加工部13は、軸心zと異なる回転軸aを中心に自転する。従って、軸心の周速がゼロ（0）になることがなく、汎用性のある3軸NC加工装置を用いて、自由曲面を効率よく、高精度・高品位に加工することができる。

【0021】また、図1、図2、及び図4に例示するように、球状工具12を回転軸a周りに自転させる自転手段を備えることにより、球状工具12を回転軸a周りに積極的に自転させることができ、球面加工部13による加工速度を適正に保持することができる。

【0022】更に、図3及び図4に例示するように、球状工具12の球面加工部13を修正する修正手段20を備えることにより、好ましくは被加工材の加工と同時に球面加工部を修正することができ、高精度・高品位加工を長時間継続することができる。

【0023】なお、本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変更できることは勿論である。例えば、上述した実施形態では、球状工具の球面中心Oを通り軸心と異なる回転

軸aが1つだけの場合を示したが、本発明では、かかる回転軸を異なる向きに2つ以上設ける場合も含むものである。

【0024】

【発明の効果】上述したように、本発明の自由曲面加工ツールは、軸心の周速がゼロ（0）にならず、従って、汎用性のある3軸NC加工装置を用いて、自由曲面を効率よく、高精度・高品位に加工できる等の優れた効果を有する。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による自由曲面加工ツールの第1実施形態を示す図である。

【図2】本発明による自由曲面加工ツールの第2実施形態図である。

【図3】本発明による自由曲面加工ツールの第3実施形態図である。

【図4】本発明による自由曲面加工ツールの第4実施形態図である。

20 【図5】従来の自由曲面加工ツール（A）と自由曲面（B）の模式図である。

【符号の説明】

1 自由曲面加工ツール

2 自由曲面

3 切削液

10 自由曲面加工ツール

11 ツール本体

12 球状工具

13, 13a 球面加工部

13b ストレート部

30 14 支持軸受

16 自転手段

17 中心回転軸

18 フレキシブルジョイント

19 歯車列

20 修正手段

21 電極

22 印加装置

23 タービン

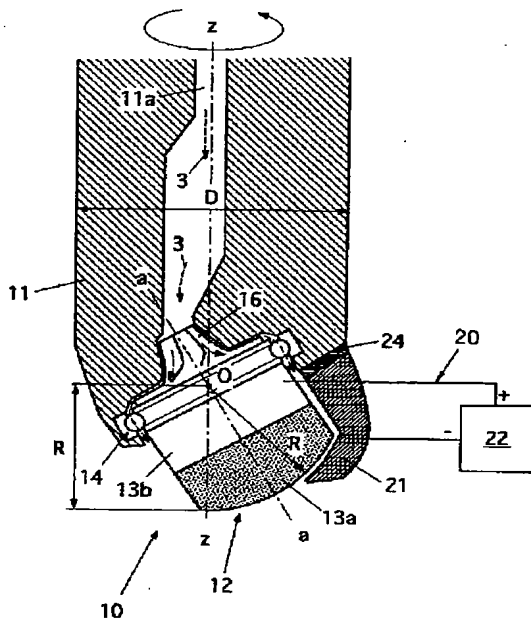
24 絶縁部

40 a 球状工具の回転軸

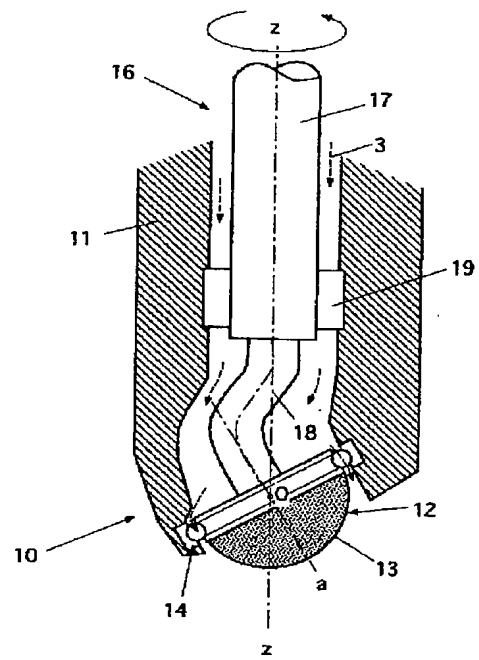
z 自由曲面加工ツールの軸心

O 球面中心

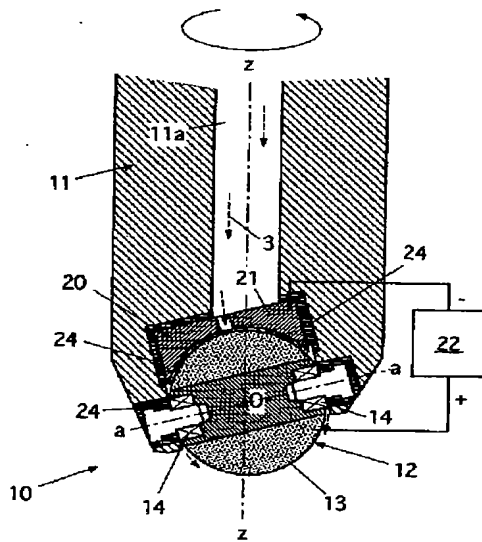
【図1】



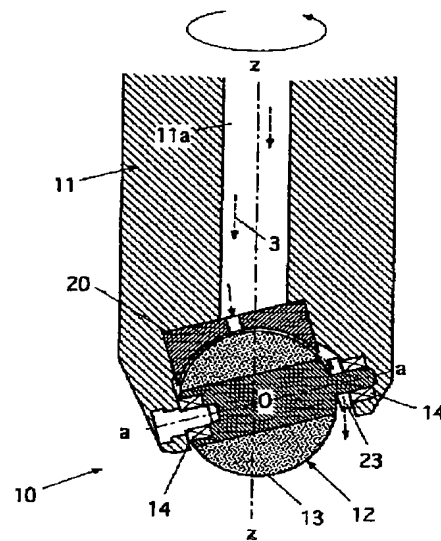
【図2】



【図3】

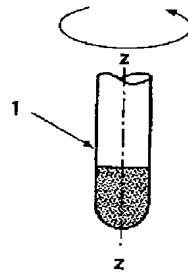


【図4】



【図5】

(A)



(B)

